

DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁵ : B22D 17/00, C22C 1/00	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 92/13662 (43) Date de publication internationale: 20 août 1992 (20.08.92)
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR92/00083</p> <p>(22) Date de dépôt international: 30 janvier 1992 (30.01.92)</p> <p>(30) Données relatives à la priorité: 91/01059 30 janvier 1991 (30.01.91) FR</p> <p>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): TRANSVALOR S.A. [FR/FR]; Les Espaces Delta, F-06561 Valbonne (FR).</p> <p>(72) Inventeur; et (75) Inventeur/Déposant (US seulement): COLLOT, Jean [FR/FR]; 29, avenue de la Rostagne, F-06600 Antibes (FR).</p> <p>(74) Mandataires: BRUDER, Michel etc. ; Cabinet Michel Bruder, 10, rue de la Pépinière, F-75008 Paris (FR).</p>	<p>(81) Etats désignés: AT (brevet européen), AU, BE (brevet européen), BR, CA, CH (brevet européen), DE (brevet européen), DK (brevet européen), ES (brevet européen), FR (brevet européen), GB (brevet européen), GR (brevet européen), IT (brevet européen), JP, LU (brevet européen), MC (brevet européen), NL (brevet européen), NO, SE (brevet européen), US.</p> <p>Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale. Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si de telles modifications sont reçues.</i></p>	

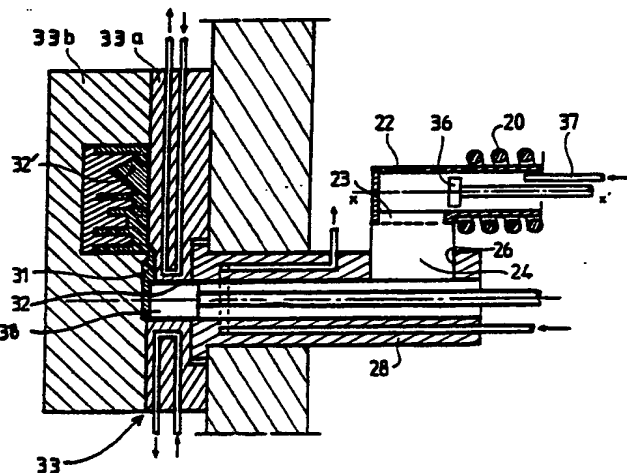
(54) Title: **METHOD AND MACHINE FOR MOULDING AN ALLOY INGOT WITH FINE DENDRITIC STRUCTURE**(54) Titre: **PROCEDE DE MOULAGE D'UN LINGOT D'ALLIAGE A STRUCTURE DENDRITIQUE FINE ET MACHINE DE MOULAGE SUIVANT CE PROCEDE**

(57) Abstract

The present invention relates to a method for moulding a metal alloy ingot, characterized in that it comprises the pressure casting of the alloy inside a mould (33) maintained during the whole casting process to a temperature higher than the room temperature and lower than the solidus temperature of the alloy. The present invention also relates to a pressure moulding method of a metal alloy by using said ingot, characterized in that it comprises heating (20) the ingot to bring it to a temperature comprised between the solidus and liquidus temperatures of the alloy and injecting it under pressure in a mould (33a, b). The present invention also relates to a moulding machine allowing to implement such methods.

(57) Abrégé

La présente invention concerne un procédé de moulage d'un lingot d'un alliage métallique, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser une coulée sous pression de l'alliage à l'intérieur d'un moule (33), maintenu, tout au long de la coulée, à une température supérieure à la température ambiante et inférieure à la température de solidus de l'alliage. La présente invention concerne également un procédé de moulage sous pression d'un alliage métallique en utilisant ledit lingot caractérisé en ce qu'il consiste à réchauffer (20) l'ingot pour l'amener à une température comprise entre les températures de solidus et de liquidus de l'alliage et à l'injecter sous pression dans un moule (33a, b). La présente invention concerne également une machine de moulage permettant la mise en œuvre des susdits procédés.



UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	FI	Finlande	ML	Mali
AU	Australie	FR	France	MN	Mongolie
BB	Barbade	GA	Gabon	MR	Mauritanie
BE	Belgique	GB	Royaume-Uni	MW	Malawi
BF	Burkina Faso	GN	Guinée	NL	Pays-Bas
BG	Bulgarie	GR	Grèce	NO	Norvège
BJ	Bénin	HU	Hongrie	PL	Pologne
BR	Brésil	IE	Irlande	RO	Roumanie
CA	Canada	IT	Italie	RU	Fédération de Russie
CF	République Centrafricaine	JP	Japon	SD	Soudan
CG	Congo	KP	République populaire démocratique de Corée	SE	Suède
CH	Suisse	KR	République de Corée	SN	Sénégal
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SU	Union soviétique
CM	Cameroun	LK	Sri Lanka	TD	Tchad
CS	Tchécoslovaquie	LU	Luxembourg	TC	Togo
DE	Allemagne	MC	Monaco	US	Etats-Unis d'Amérique
DK	Danemark	MG	Madagascar		
ES	Espagne				

PROCEDE DE MOULAGE D'UN LINGOT D'ALLIAGE A
STRUCTURE DENDRITIQUE FINE ET MACHINE DE MOULAGE
SUIVANT CE PROCEDE.

5 La présente invention concerne un procédé de
moulage d'un lingot constitué d'un alliage à structure
dendritique fine, ainsi qu'un procédé de moulage de
pièces métalliques sans porosités à partir dudit
lingot. Elle concerne également une machine de moulage
10 permettant de mettre en oeuvre les susdits procédés.

On sait qu'au cours d'une opération de coulée
par gravité d'un alliage, lorsque l'alliage liquide
passe à l'état solide, il apparaît, dans celui-ci, un
retrait qui provoque des porosités, des retassures et
15 des fissurations de la pièce moulée.

On sait également que dans les techniques de
moulage sous pression, les turbulences créées dans le
métal en fusion, lors de l'entrée de celui-ci dans le
moule, créent des microbulles se traduisant, après
20 solidification, par des porosités.

L'une des techniques utilisées pour éviter ce
type d'inconvénient consiste à réaliser, à partir de
l'alliage métallique en fusion, une suspension ou gelée
thixotrope, c'est-à-dire à l'état mi-liquide mi-solide,
25 et à couler ensuite sous pression cette gelée
thixotrope dans un moule.

On a également proposé, dans le brevet

FR-A-2 658 745, de réaliser ladite gelée thixotrope dans un moule constitué d'un creuset d'une machine de centrifugation, de façon à réaliser l'opération de moulage en cours de rotation de la machine de centrifugation.

Si un tel procédé de moulage donne toute satisfaction quant aux qualités métallographiques et mécaniques des alliages ainsi obtenus, il présente de notables inconvénients lorsqu'il s'agit de réaliser des 10 pièces de dimensions relativement importantes, qui impliquent la mise en oeuvre de centrifugeuses de dimensions correspondantes et qui sont donc d'un prix de revient très élevé. Un tel procédé est en conséquence ainsi réservé, de préférence, à la 15 réalisation de pièces mécaniques de faible volume devant posséder des qualités mécaniques élevées.

On a proposé également, dans le brevet FR-A-2 266 749, de réaliser des pièces en alliage métallique sans porosités en chauffant lesdits alliages 20 à une température comprise entre leurs températures de solidus et de liquidus, de façon à amener à l'état liquide une proportion pondérale déterminée de l'alliage, et en les maintenant à ladite température pendant une durée comprise entre quelques minutes et 25 quelques heures. Si cette technique permet de passer d'un réseau dendritique à une structure globulaire de forme et de répartition régulières, elle est cependant

d'une durée de mise en oeuvre particulièrement longue, ce qui est de nature à augmenter, de façon importante, le prix de revient des pièces ainsi fabriquées.

D'autres techniques sont également utilisées, 5 notamment dans le domaine du moulage de l'aluminium et du magnésium, pour améliorer, malgré les porosités et les retassures, les caractéristiques de l'alliage. On a ainsi proposé de soumettre des alliages de type GA9Z1, c'est-à-dire des alliages de magnésium comportant 9% 10 d'aluminium et 1% de zinc, à un traitement thermique, dit de type T6, consistant à porter et à maintenir la pièce moulée à une température de l'ordre de 420°C pendant 24 heures, puis à la laisser se refroidir à l'air, et enfin à la porter et à la maintenir à une 15 température de 190°C durant 16 heures. Un tel traitement permet d'améliorer, de façon notable, à la fois la résistance à la traction et l'allongement avant rupture des pièces ainsi fabriquées, mais l'importance de sa durée, et en conséquence l'augmentation des coûts 20 de fabrication que ce traitement implique, le fait réserver à la fabrication de pièces dont les normes de qualité sont particulièrement sévères.

La présente invention a pour but de proposer un procédé de moulage d'alliages métalliques sans 25 porosités, qui peut être facilement mis en oeuvre, sans nécessiter de faire appel à des machines spécifiques de dimensions et de coût élevés, et qui, de plus, permet

d'obtenir des pièces moulées d grandes dimensions.

Plus précisément, la présente invention a pour but de proposer un procédé de fabrication simple de lingots d'alliages qui, pour constituer un alliage
5 thixotrope, apte à fournir par une opération d'injection des pièces métalliques sans porosités, ne nécessitent qu'une simple opération de chauffage à une température déterminée.

La présente invention a également pour but de
10 proposer un procédé de coulée sous pression dont la rapidité de la mise en oeuvre permet d'atteindre des cadences de fabrication importantes permettant de diminuer, de façon notable, le prix de revient des produits fabriqués.

15 La présente invention a ainsi pour objet un procédé de moulage d'un lingot à structure dendritique fine à partir d'un alliage métallique, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser une coulée sous pression de l'alliage en fusion à l'intérieur d'une empreinte
20 d'un moule, cette empreinte étant maintenue, tout au long de la coulée, à une température sensiblement constante, supérieure à la température ambiante et inférieure à la température de solidus de l'alliage.

La demanderesse a ainsi établi que le fait de
25 réaliser une coulée sous pression d'un alliage métallique dans un moule, dont les parois sont maintenues à une température supérieure à la

température ambiante et inférieure à la température de solidus de l'alliage, permet de réaliser des lingots à structure dendritique fine et sans porosités tels que, lorsque l'on réchauffe ensuite ces lingots de façon à les porter à une température comprise entre la température de solidus et la température de liquidus de l'alliage, de façon à les amener à un état pâteux de type gelée thixotrope, et que l'on procède ensuite à une injection sous pression à partir de ces lingots, 10 les pièces ainsi obtenues possèdent une structure fine globulaire, exempte de porosités et comportant des qualités mécaniques remarquables.

Un avantage du procédé suivant l'invention, par rapport à ceux mis en oeuvre suivant la technique 15 antérieure, est qu'aussi bien l'opération de coulée des lingots que l'opération d'injection de la pièce définitive à partir de ces lingots peuvent être réalisées simplement, c'est-à-dire sans qu'il soit nécessaire de faire appel à des opérations complexes, 20 telles qu'agitation centrifugation ou extrusion, ce qui met le procédé à la portée d'utilisateurs non spécialisés dans ce type de moulage. De plus le procédé peut être mis en oeuvre avec des machines à mouler de type classique, ce qui évite aussi bien au producteur 25 de lingots qu'à l'utilisateur de ceux-ci d'avoir à investir dans des machines spécifiques onéreuses.

Bien entendu l'injection de la pièce à mouler à

partir des lingots peut être réalisée immédiatement après la coulée de ceux-ci. Il est même possible de procéder, moyennant le remplacement de quelques accessoires annexes, à la mise en oeuvre de ces deux 5 étapes de fabrication de façon successive sur une même machine.

Les lingots fabriqués peuvent, bien entendu, être de dimensions appropriées aux pièces définitives que l'on souhaite mouler de façon à éviter les 10 opérations de tronçonnage de l'art antérieur, qui constituent une perte de temps et d'argent.

Dans un mode de mise en oeuvre intéressant de l'invention le rapport de la température absolue T_s du solidus de l'alliage sur la température absolue T_m à 15 laquelle on maintient l'empreinte du moule pendant la coulée, est compris entre 1,5 et 2,5.

Bien que la présente invention soit particulièrement adaptée à la réalisation de pièces moulées sous pression en alliage de magnésium, elle 20 peut, bien entendu, également être mise en oeuvre pour réaliser le moulage d'autres alliages métalliques et notamment d'alliages à base, par exemple, d'aluminium ou de zinc.

La présente invention a également pour but de 25 proposer des moyens permettant de passer directement de l'élaboration du lingot à l'injection de la pièce définitive à partir de ce lingot.

La présente invention a 'galement pour objet une machine de moulage sous pression d'un alliage métallique permettant la fabrication de pièces sans porosités caractérisée en ce qu'elle comprend trois sections disposées les une à côtés des autres, à savoir une section de coulée, comprenant une lingotière refroidie par circulation d'un fluide, une section de réchauffage et une section d'injection, ces trois sections présentant des volumes internes respectifs alignés longitudinalement pour constituer un canal de traitement continu, et au moins un piston mobile longitudinalement dans ce canal de traitement, ce piston servant de fond pour le volume interne de la lingotière de la section de coulée, pendant son remplissage avec le métal liquide, intervenant éventuellement pour transporter, dans la section de réchauffage, le lingot formé après refroidissement et intervenant pour l'injection sous pression, dans la section d'injection, du lingot réchauffé se présentant sous la forme de gelée thixotrope.

Dans un mode de mise en oeuvre de la machine suivant l'invention la section d'injection est située entre la section de coulée et la section de réchauffage et un joint isolant thermiquement est interposé entre la section de coulée et la section d'injection.

On décrira ci-après, à titre d'exemples non limitatifs, diverses formes d'exécution de la présente

invention, en référence au dessin annexé sur lequel :

La figure 1 est une vue schématique en coupe verticale d'une première forme d'un dispositif destiné à la mise en oeuvre du procédé suivant l'invention.

5 La figure 2 est une vue schématique en coupe verticale d'une variante d'un dispositif destiné à la mise en oeuvre du procédé suivant l'invention.

La figure 3 est une microphotographie, à un grossissement de 60, d'une coupe d'un alliage de 10 magnésium moulé sous pression suivant la technique de l'art antérieur.

La figure 4 est une microphotographie, à un grossissement de 60, d'une coupe d'un lingot du même alliage de magnésium moulé suivant le procédé de 15 l'invention.

La figure 5 est une microphotographie, à un grossissement de 60, d'une coupe d'une pièce du même alliage obtenue par le procédé suivant l'invention.

La figure 6 est une vue partielle en 20 perspective d'un dispositif destiné à assurer le réchauffage des lingots avant l'injection des pièces à partir desdits lingots.

La figure 7 est une vue schématique en coupe verticale d'un dispositif destiné à assurer l'injection 25 sous pression des pièces.

La figure 8 est une vue schématique en coupe verticale d'une variante de mise en oeuvre de

l'opération d coulée du lingot.

La figure 9 est une vue en coupe axiale et verticale d'une machine de moulage sous pression, permettant de mettre en oeuvre les procédés suivant 5 l'invention, dont les divers éléments constitutifs sont représentés lors de l'opération de coulée du lingot.

Les figures 10 à 14 sont des vues en coupe axiale et verticale simplifiées, illustrant les positions des divers éléments constitutifs de la 10 machine, au cours de l'opération d'injection d'une pièce métallique à partir d'un lingot.

Le procédé suivant l'invention met en oeuvre une machine de moulage sous pression qui est pourvue de moyens permettant de maintenir les parois de 15 l'empreinte du moule à une température se situant entre la température ambiante et la température de solidus de l'alliage.

Cette machine se compose essentiellement d'une lingotière 1 constituée d'un tube sensiblement 20 horizontal comportant, à l'une de ses extrémités, un orifice d'alimentation 2 débouchant dans un canal d'injection 4 dans lequel est monté mobile un piston d'injection 6, cette lingotière 1 étant en outre pourvue de moyens de chauffage et de régulation de 25 température, constitués par exemple de cartouches de chauffage 3 à régulation de température. Le moule est constitué de deux parties à savoir une partie

antérieure 10a et une partie postérieure 10b. Le canal d'injection 4 débouche dans une cavité cylindrique 8 creusée dans la partie antérieure 10a, et qui constitue l'empreinte du lingot que l'on souhaite mouler. Cette 5 empreinte 8 est de même diamètre que le canal d'injection 4.

La partie antérieure 10a du moule 10 comporte, comme la lingotière 1, des moyens de chauffage et de régulation de température, constitués de cartouches de 10 chauffage 3 à régulation de température. La partie postérieure 10b du moule possède une série de "talons de lavage" 12 répartis autour de l'empreinte 8, ainsi que des canaux fins dits "trainées d'air" 12', en communication, par l'une de leurs extrémités, avec les 15 talons de lavage 12 et, par leur autre extrémité, avec l'extérieur du moule, le volume total des talons de lavage 12 et des trainées d'air 12' représentant environ le quart du volume du lingot que l'on souhaite couler.

Pour couler le lingot on verse le métal en 20 fusion, constitué, par exemple, d'un alliage de magnésium GA9Z1, (c'est-à-dire d'un alliage de magnésium contenant 9% d'aluminium et 1% de zinc), dont les températures de solidus et de liquidus sont respectivement de 468°C et de 595°C, et on le fond à 25 une température supérieure à la température de liquidus, à savoir une température de l'ordre de 700°C, puis on le verse dans la lingotière 1, à l'aide d'une

goulotte d'alimentation, non représentée sur le dessin. Cet alliage remplit une partie de la lingotière 1, fonction du volume que l'on souhaite donner au lingot.

On déplace ensuite le piston d'injection 6 de façon à exercer avec celui-ci une pression P sur le métal en fusion, pour l'injecter à l'intérieur de l'empreinte 8 du moule 10. Les moyens de régulation de température 3 maintiennent la température de l'empreinte 8 du moule 10 à une température absolue T_m telle que le rapport de la température absolue du solidus T_s (741°K dans le présent exemple) sur cette température absolue T_m soit compris entre 1,5 et 2,5 et soit spécifiquement ici de 1,75, ce qui correspond à une température absolue de l'empreinte 8 $T_m = 423^\circ\text{K}$ soit 150°C. Au cours de cette opération de coulée sous pression, la partie de métal en fusion injectée en premier dans l'empreinte 8 traverse celle-ci pour être éjectée, hors de celle-ci, dans les talons de lavage 12 et dans les trainées d'air 12'.

Après l'ouverture du moule 10, l'éjection du lingot 14 ainsi formé et sa séparation des talons de lavage 12, on peut soit laisser le lingot 14 se refroidir, de préférence à la température ambiante, soit procéder immédiatement à l'opération d'injection de la pièce définitive à mouler.

Une étude métallographique du lingot 14 ainsi obtenu révèle, comme on peut le voir sur la figure 4,

une structure dendritique fine, alors que la structure d'un même alliage obtenu par un procédé de moulage de type classique montre une structure à porosités, telle que celle représentée sur la figure 3. Les lingots ainsi obtenus peuvent donc être commercialisés en l'état.

Bien entendu on pourrait, comme représenté sur la figure 2, utiliser le métal en fusion, éjecté de l'empreinte 8 dans les talons de lavage 12, pour réaliser, en aval, l'injection de celui-ci dans une seconde empreinte 16 de façon à mouler une pièce 16' ne nécessitant pas des qualités mécaniques du même ordre que celles destinées à être fabriquées par le procédé suivant l'invention. De même, comme représenté sur la figure 2, les moyens de chauffage et de régulation de température peuvent être constitués de canalisations véhiculant un fluide caloporteur.

On pourrait également assurer, lors de l'opération de coulée du lingot 14, la mise en température et le maintien en température de l'empreinte 8 du moule 10 par une coulée préalable d'une série de lingots 14, la température requise par le moule étant alors entretenue par la chaleur fournie à celui-ci par les lingots 14 au cours de la coulée.

Pour mettre en oeuvre l'opération d'injection de la pièce à mouler à partir du lingot 14, on peut faire appel à des moyens de chauffage par exemple par

effet Joule ou du type de ceux représentés sur les figures 6 et 7. Ceux-ci comprennent un inducteur 20, d'axe longitudinal xx' , sensiblement horizontal, destiné à être parcouru pour un courant moyenne 5 fréquence, à l'intérieur duquel est disposé un tube de quartz 22 ouvert à l'une de ses extrémités, et qui est destiné à recevoir le lingot 14 à réchauffer. La partie opposée fermée du tube 22 comporte, à sa partie inférieure, une fenêtre 23 qui s'ouvre sur un plan 10 incliné 24, débouchant dans une ouverture d'admission 26 prévue à la partie supérieure d'un tube d'injection 28.

Un piston poussoir 36, d'un diamètre inférieur au diamètre interne du tube de quartz 22, est monté 15 mobile en translation dans celui-ci. Un tube 37, débouchant entre la surface latérale du piston poussoir 36 et la paroi interne du tube de quartz 22, permet, éventuellement, d'envoyer dans ce dernier un gaz protecteur permettant de diminuer les risques 20 d'inflammation de l'alliage, tel qu'un mélange d'air et d'hexafluorure de soufre, dans le cas particulier d'un alliage de magnésium.

Le tube d'injection 28 débouche, comme représenté sur la figure 7, dans une cavité 32 d'un 25 moule 33 en deux parties, à savoir une partie antérieure 33a et une partie postérieure 33b. Un conduit 31, prévu à la surface de séparation de ces

14

deux parties, débouche dans une cavité formant l'empreinte 32' de la pièce à réaliser et qui est formée dans la partie postérieure 33b du moule 33. Le piston d'injection 38 est monté coulissant dans le tube 5 d'injection 28 et dans la cavité 32.

Pour réaliser l'opération d'injection on introduit le lingot 14 dans le tube de quartz 22, puis la bobine de l'inducteur 20 est alimentée en courant alternatif, de manière à provoquer un échauffement du 10 lingot 14 et le porter à une température comprise entre sa température de solidus T_s et sa température de liquidus T_l , et de préférence voisine de cette dernière, à savoir dans le cas de l'alliage de magnésium GA9Z1 une température d'environ 530°C à 15 560°C, de façon que le lingot 14 soit amené à un état de gelée thixotrope. Un tel état pâteux du lingot 14 lui permet de se prêter particulièrement bien à une injection sous pression.

Après le réchauffage du lingot 14 on déplace 20 celui-ci longitudinalement, au moyen du piston 36, pour le présenter face à la fenêtre 23, au droit du plan incliné 24, sur lequel il glisse pour pénétrer dans le tube d'injection 28, par l'ouverture d'admission 26.

On procède alors à la dernière étape, ou étape 25 d'injection proprement dite, en déplaçant longitudinalement le lingot 14, à l'état de gelée thixotropique, au moyen du piston d'injection 38, en

direction de la cavité 32 du moule 33 dans laquelle l'alliage métallique pénètre d'abord, avant d'être injecté, en passant par le canal 31, dans l'empreinte 32' du moule 33.

5 Après refroidissement et démoulage on obtient ainsi une pièce reproduisant l'empreinte du moule 32' et possédant une structure globulaire fine sans porosités, telle que celle représentée sur la microphotographie de la figure 5, (grossissement 10 d'environ 60) et qui confère à l'alliage des qualités de résistance, notamment de résistance à la traction, ainsi que des qualités d'allongement avant rupture, remarquables.

A titre d'exemple comparatif on a représenté 15 dans le tableau ci-après la résistance à la rupture RT (en MPa) et l'allongement avant rupture $\Delta l/l$ (en %) de trois alliages moulés obtenus suivant un procédé de moulage suivant respectivement l'état de la technique antérieure, un procédé de moulage par gravité suivi 20 d'un traitement dit T6, et le procédé suivant l'invention.

	Moulage classique sous pression		Moulage + traitement T6		Moulage suivant l'invention	
	RT (MPa)	$\Delta l/l$ (%)	RT (MPa)	$\Delta l/l$ (%)	RT (MPa)	$\Delta l/l$ (%)
AS9U3	200	0,5 - 1,5	---	---	230	2
ZA27	430-500	0,5 - 3	---	---	480	8
GA9Z1	180	2	360	3-6	280	5,5

Sur ce tableau le premier alliage est un AS9U3, c'est-à-dire un alliage d'aluminium à 9% de silicium et 3% de cuivre. On remarque que le procédé suivant l'invention permet d'améliorer à la fois la résistance à la traction et l'allongement avant rupture d'un tel alliage.

Le second alliage est un ZA27, c'est-à-dire un alliage de zinc contenant 27% d'aluminium. On a constaté qu'un tel alliage possède de bonnes caractéristiques de résistance à la traction et une résistance à l'allongement moyenne. Le procédé suivant l'invention conserve la résistance à la traction satisfaisante de l'alliage et multiplie par plus de deux la caractéristique d'allongement avant rupture de celui-ci.

Le troisième alliage est un GA9Z1, c'est-à-dire un alliage de magnésium contenant 9% d'aluminium et 1% de zinc. On constate que le procédé suivant l'invention améliore, de façon notable, la résistance à la rupture et multiplie par plus de 2 la caractéristique d'allongement. On sait d'autre part que les caractéristiques mécaniques de résistance à la rupture et d'allongement d'un tel alliage peuvent être améliorées par un traitement thermique de type T6, dont on a exposé précédemment les diverses phases. On a ainsi fait figurer dans le tableau précédent les caractéristiques de l'alliage GA9Z1 moulé par gravité

et après traitement thermique T6, afin de le comparer au procédé suivant l'invention. On constate ainsi que, si le traitement T6 multiplie par des coefficients respectifs de 2 et 3 la résistance à la rupture et 5 l'allongement avant rupture de l'alliage GA9Z1, le procédé suivant l'invention multiplie ces mêmes caractéristiques par des coefficients respectifs de 1,5 et 2,8.

Cependant, bien que les caractéristiques 10 mécaniques dues au procédé suivant l'invention se situent légèrement en retrait de celles obtenues par le traitement T6, le procédé suivant l'invention permet néanmoins d'obtenir des résultats très voisins de ce dernier et ce pour des temps de mise en oeuvre 15 incomparablement inférieurs. En effet, comme indiqué précédemment, un temps de traitement moyen du procédé T6 est de l'ordre de quarante heures, alors que le procédé suivant l'invention ne requiert que les temps de coulée du lingot, de réchauffage de celui-ci, et 20 d'injection de la pièce définitive, ce qui ne représente que quelques dizaines de secondes.

Bien entendu les opérations de coulée du lingot 14, de réchauffage de celui-ci et d'injection peuvent être réalisées par tout autre dispositif que ceux 25 décrits précédemment.

Ainsi, comme montré sur la figure 8, l'opération de coulée du lingot 14 peut être réalisée

au moyen d'une lingotière constituée d'un tube vertical 40 à l'intérieur duquel sont montés mobiles deux pistons, à savoir un piston supérieur 42 et un piston inférieur 44 entre lesquels on amène l'alliage en fusion, ce dernier étant injecté, par déplacement vers le bas du piston supérieur 42, au travers d'une buse d'injection latérale 46 prévue dans la paroi de la lingotière 40, dans une empreinte 48 d'un moule 50. Comme précédemment, des talons de lavage 12 et des trainées d'air 12' sont prévus dans la paroi du moule 50 opposée à la buse d'injection 46 pour évacuer, au cours de la coulée du lingot 14, une quantité d'alliage égale à au moins le quart du volume du lingot 14. De façon connue des éjecteurs 52 traversent la paroi du moule et assurent, dès l'ouverture de celui-ci, l'éjection du lingot.

Comme illustré sur la figure 8, l'utilisation d'une buse d'injection 46 de section réduite améliore la finesse de la structure du lingot en réalisant un "cisaillement" de l'alliage.

Les opérations de coulée du lingot et d'injection de la pièce à mouler peuvent être réalisées, à la suite l'une de l'autre, par une machine de moulage unique, du type de celle représentée sur les figures 9 à 14.

Cette machine de moulage est du type vertical et comprend successivement, de haut en bas, une section

supérieure A de coulée d'un alliage liquide 100 déversé dans cette section, une section intermédiaire d'injection C et une section inférieure de réchauffage B. La section supérieure de coulée A comprend une lingotière 102 dans laquelle est déversé l'alliage liquide 100. La paroi de la lingotière 102 contient des canaux 103 parcourus par un fluide de refroidissement, tel que de l'eau froide. Le métal liquide 100 est déversé à partir d'une goulotte d'alimentation 104 et il remplit le volume interne, ou empreinte 105, de la lingotière 102, en formant un bain d'alliage liquide.

Le métal liquide se trouvant dans la lingotière 102 est retenu, vers le bas, par un piston inférieur 106, coulissant verticalement dans l'empreinte 105 de la lingotière 102 et dont la surface supérieure est revêtue d'une galette 107 en un matériau résistant à la chaleur, telle qu'une galette de céramique. Au-dessus de la lingotière 102 et dans l'axe de celle-ci, se trouve un piston supérieur 108 qui est solidaire d'une tige de piston verticale 108a, s'étendant vers le haut et mobile verticalement, et dont les dimensions transversales correspondent à celles de l'empreinte 105 de la lingotière 102, de telle façon que le piston supérieur 108 puisse coulisser étroitement dans cette empreinte. De préférence, l'orifice de sortie de la goulotte 104 d'alimentation en métal liquide 100 et le piston 108 sont logés à l'intérieur d'une enceinte 109

dans laquelle est introduit un gaz protecteur ou un mélange de gaz protecteur approprié.

La lingotière 102 présente, à son extrémité inférieure, une bride périphérique 110 par laquelle 5 elle est assemblée, au moyen d'organes de fixation non représentés, avec interposition d'une garniture isolante annulaire 112, avec une bride périphérique supérieure 113 d'une chambre d'injection cylindrique 114 située sous la lingotière 102 et faisant partie de 10 la section d'injection C. Cette chambre d'injection 114 présente un volume interne ou alésage 115 qui la traverse de part en part axialement et qui s'étend vers le bas dans le prolongement de l'empreinte 105 de la lingotière supérieure 102 et qui a les mêmes dimensions 15 que celle-ci. Le piston inférieur 106 est prolongé, vers le bas, par une tige de piston 106a qui s'étend à travers toute la section intermédiaire d'injection C et à travers la section inférieure de réchauffage B, comme il apparaît sur la figure 9. La tige de piston 106a est 20 actionnée, à son extrémité inférieure, par des moyens non représentés, lui permettant d'effectuer un mouvement axial alternatif à travers les sections A, C et B de la machine. Dans la paroi cylindrique de la chambre d'injection 114 sont logées des résistances 25 chauffantes 117 dont les fils d'alimentation électrique 118 sortent à l'extrémité inférieure de la paroi de la chambre 114 en passant à travers une chambre annulaire

119 disposée sous l'extrémité inférieure de la chambre d'injection 114. Dans cette chambre annulaire 119 circule un flux de gaz de refroidissement, lequel pénètre dans la chambre par un orifice d'entrée 121 et 5 en sort par un orifice 122. La chambre d'injection intermédiaire 114 est ainsi maintenue à une température qui est fonction de la nature de l'alliage devant être coulé et qui inférieure à la température de solidus de l'alliage.

10 Dans la partie inférieure de la paroi latérale de la chambre d'injection 114 est logée une buse d'injection 123 débouchant dans l'alésage 115 de la chambre d'injection 114 et communiquant avec l'empreinte 126 d'un moule en deux parties 124. Ce 15 moule 124 comprend un demi-moule fixe femelle 124a, formé latéralement dans la surface externe de la paroi de la chambre d'injection 114, et un demi-moule mâle 124b mobile horizontalement et radialement. Le demi-moule mâle mobile 124b comporte des résistances 20 chauffantes 125 qui maintiennent le moule 124 sensiblement à la même température que la chambre d'injection 114. Le moule porte également des éjecteurs qui assurent l'éjection de la pièce moulée.

La chambre d'injection 114 est prolongée, vers 25 le bas, par un tube de quartz 127 de diamètre interne plus grand que celui du piston 106 et de l'alésage 115 et se raccordant à celui-ci par l'intermédiaire d'une

section d'entrée 128 de l'alésage 115 qui est tronconique et convergente vers le haut, c'est-à-dire vers l'alésage 115.

A l'endroit de la section inférieure de 5 réchauffage B le tube de quartz 127 est entouré par une bobine externe de chauffage par induction 130.

Dans la position de départ, le piston supérieur 108 est placé au-dessus de la goulotte 104 d'alimentation en métal liquide 100, et le piston 10 inférieur 106 se trouve dans sa position extrême supérieure, dans laquelle il est engagé dans la partie inférieure de la lingotière 102. Le métal liquide 100 est déversé dans la lingotière 102 et il forme une masse liquide qui se refroidit progressivement, du fait 15 que la paroi de la lingotière 102 est refroidie par la circulation d'eau dans les conduits 103.

Lorsque la masse de métal liquide désirée a été déversée dans la lingotière 102, on fait descendre le piston supérieur 108 pour comprimer le métal liquide, 20 au cours de son refroidissement jusqu'à une température T_m supérieure à l'ambiante et inférieure à la température de solidus de l'alliage, ainsi qu'exposé précédemment. On obtient ainsi un lingot 14 à structure dendritique fine. (Figure 10)

25 Une fois que le lingot 14 a été solidifié, il est éjecté de la lingotière 102 par le piston supérieur 108 qui est alors déplacé vers le bas, en étant

accompagné dans ce même mouvement par le piston inférieur 106. Autrement dit le lingot 14, toujours maintenu entre les deux pistons 106 et 108, est amené à descendre et à passer à travers la totalité de la lingotière 102 puis de la chambre d'injection 114, pour arriver dans la section inférieure de réchauffage B, à l'intérieur du tube de quartz 127 et de la bobine de chauffage par induction 130. Ensuite le piston supérieur 108 est séparé de la surface supérieure du lingot et est placé à la base de la chambre d'injection 114. La bobine de chauffage par induction 130 est alors alimentée en courant alternatif (figure 11) de manière à provoquer un réchauffement du lingot 14 à une température comprise entre les températures de solidus T_s et de liquidus T_l de l'alliage, si bien que le lingot ainsi réchauffé 14a se trouve mis dans un état de gelée thixotrope de structure semi-solide, d'aspect globulaire.

Au cours de l'étape suivante (figure 12), le piston inférieur 106, équipé de la galette isolante en céramique 107, remonte rapidement (à une vitesse de l'ordre de 1 à 2 mètres par seconde) et fait remonter ainsi le lingot 14a pour le placer à l'intérieur de la chambre d'injection 114.

Au cours de l'étape suivante (figure 13), le piston supérieur 108 est abaissé, alors que le piston inférieur 106 est maintenu fixe, si bien que le lingot

14a, à l'état de gelée thixotrope, est comprimé dans l'alésage 115 de la chambre d'injection 114. Le métal pâteux constituant le lingot 14a est alors injecté, à travers la buse 123, dans l'empreinte 126 du moule 124.

5 Au cours de la dernière étape (figure 14) le moule 124 s'ouvre, par un mouvement horizontal et radial du demi-moule mâle mobile 124a vers l'extérieur, et les éjecteurs assurent le démoulage de la pièce P ainsi formée. Après l'éjection et l'évacuation de cette
10 pièce P, le moule 124 se referme, le demi-moule mâle mobile 124b s'engageant dans le demi-moule femelle fixe 124a prévu dans la paroi de la chambre d'injection 114. Parallèlement, après la fin de l'opération d'injection, le piston inférieur 106 est déplacé vers le haut, de
15 manière que sa galette isolante en céramique supérieure 107 fasse un peu saillie au-dessus de la surface supérieure de la lingotière 102, ce qui permet d'éjecter la galette constituant le résidu du lingot 14a après coulée.

20 Dans la machine de coulée sous pression qui a été décrite, les sections de coulée A, d'injection C et de réchauffage B sont prévues successivement dans cet ordre, de haut en bas. Toutefois une telle disposition n'est pas limitative et la section de réchauffage B
25 pourrait se trouver en position intermédiaire, juste en-dessous de la section de coulée supérieure A et au-dessus de la section d'injection C se trouvant alors en

position inférieure.

Bien entendu, bien que la machine de moulage ici décrite soit à axe vertical, on pourrait également prévoir celle-ci avec une disposition suivant un axe 5 horizontal.

REVENDEICATIONS

1.- Procédé de moulage d'un lingot à structure dendritique fine à partir d'un alliage métallique, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser une coulée sous pression de l'alliage en fusion à l'intérieur d'une empreinte (8,48,105) d'un moule (10,50,102), cette empreinte étant maintenue, tout au long de la coulée, à une température sensiblement constante, supérieure à la température ambiante et inférieure à la température de solidus de l'alliage.

2.- Procédé suivant la revendication 1 caractérisé en ce que la coulée sous pression est suivie d'un refroidissement du lingot (14) à une température proche de la température ambiante.

3.- Procédé suivant l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que le rapport de la température absolue du solidus (T_s) de l'alliage sur la température absolue (T_m) à laquelle on maintient l'empreinte (8,48,105) du moule (10,50,102) pendant la coulée, est compris entre 1,5 et 2,5.

4.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que l'alliage est un alliage de magnésium et la température à laquelle est maintenue l'empreinte (8,48,105) du moule (10,50,102) au cours de la coulée du lingot (14) est de l'ordre de 150°C.

5.- Procédé suivant l'une quelconque des

revendications précédentes caractérisé en ce qu'au cours de la coulée du lingot (14) on évacue hors de l'empreinte (8,48) un volume de métal en fusion égal au moins au quart du volume du lingot (14), dans au moins 5 une cavité (12), cette cavité étant disposée sur une partie du moule (10,50) sensiblement opposée à un canal d'injection (4,46) par lequel on injecte l'alliage dans celle-ci et qui débouche dans l'empreinte (8,48).

6.- Procédé suivant la revendication 5 10 caractérisé en ce que la cavité (12) est en communication avec l'extérieur par au moins un canal (12').

7.- Procédé suivant la revendication 5 caractérisé en ce que le volume de métal en fusion 15 évacué hors de l'empreinte (8) est injecté dans au moins une autre empreinte (16) de façon à couler, en même temps que la coulée du lingot (14), au moins une autre pièce (16').

8.- Procédé suivant la revendication 1 20 caractérisé en ce qu'on assure, lors de la coulée du lingot (14), la mise en température de l'empreinte (8,48,105) du moule (10,50,102) par une coulée préalable d'une série de lingots (14), et en ce que l'on maintient cette température par la chaleur fournie 25 au moule par les lingots (14) au cours de leur coulée.

9.- Procédé de moulage sous pression d'un alliage métallique permettant la fabrication de pièces

sans porosités, en utilisant un lingot (14) moulé par un procédé suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes consistant à :

- 5 - réchauffer ledit lingot (14) pour l'amener à une température comprise entre les températures de solidus et de liquidus de l'alliage qui le constitue, de façon à l'amener à un état pâteux de type gelée thixotrope,
- 10 - réaliser l'injection sous pression de ladite pièce, à partir du lingot à l'état thixotrope, dans au moins une empreinte (32',126) d'au moins un moule (33,124).

10.- Procédé suivant la revendication 9
15 caractérisé en ce que l'étape de réchauffage du lingot (14) est assurée par des moyens de chauffage par induction (20).

11.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que l'on
20 injecte sur ledit alliage, au moins au cours de l'un des étape de mise en oeuvre du procédé, un gaz protecteur.

12.- Machine de moulage sous pression d'un alliage métallique, permettant la fabrication de pièces
25 sans porosités, caractérisée en ce qu'elle comprend trois sections disposées les une à côtés des autres, à savoir une section de coulée (A), comprenant une

lingotière (102) refroidie par circulation d'un fluide, une section de réchauffage (B) et une section d'injection (C), ces trois sections (A,B,C) présentant des volumes internes respectifs (105,115,127) alignés 5 longitudinalement pour constituer un canal de traitement continu, et au moins un piston (106) mobile longitudinalement dans ce canal de traitement (105,115,127), ce piston (106) servant de fond pour l'empreinte (105) de la lingotière (102) de la section 10 de coulée (A), pendant son remplissage avec le métal liquide, intervenant éventuellement pour transporter, dans la section de réchauffage (B), le lingot (14a) formé après refroidissement et intervenant pour la coulée sous pression, dans la section d'injection (C), 15 du lingot réchauffé se présentant sous la forme de gelée thixotrope.

13.- Machine suivant la revendication 12 caractérisée en ce que la section d'injection (C) est située entre la section de coulée (A) et la section de 20 réchauffage (B) et un joint isolant thermiquement (112) est interposé entre la section de refroidissement (A) et la section d'injection (C).

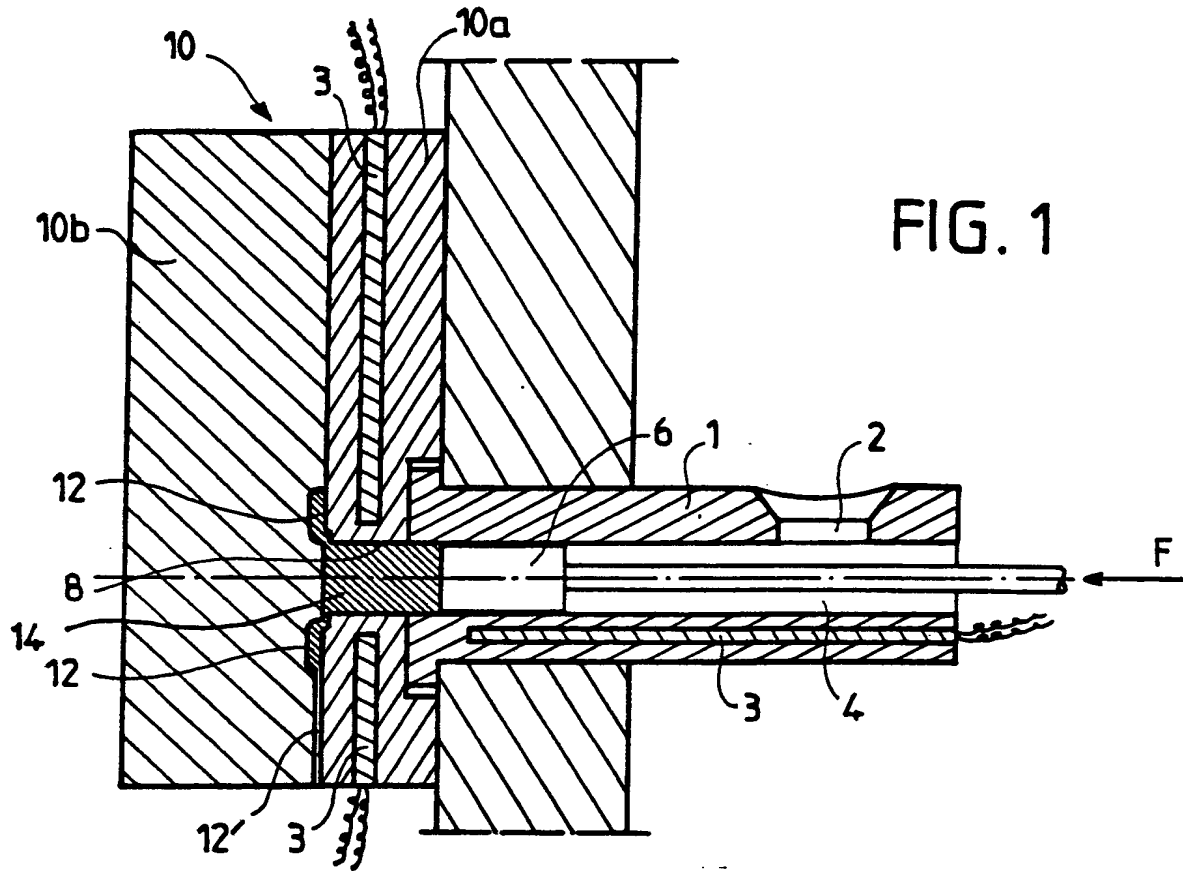


FIG. 1

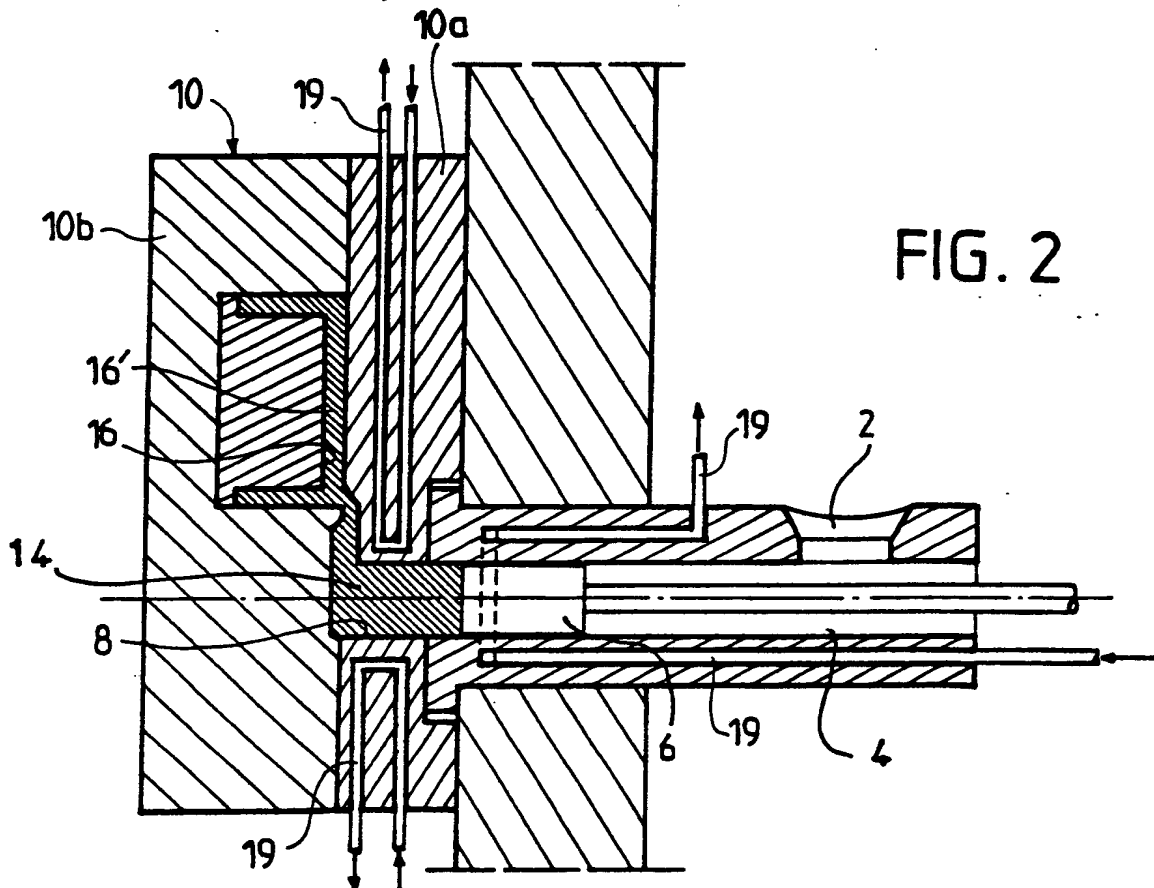


FIG. 2

2 / 5

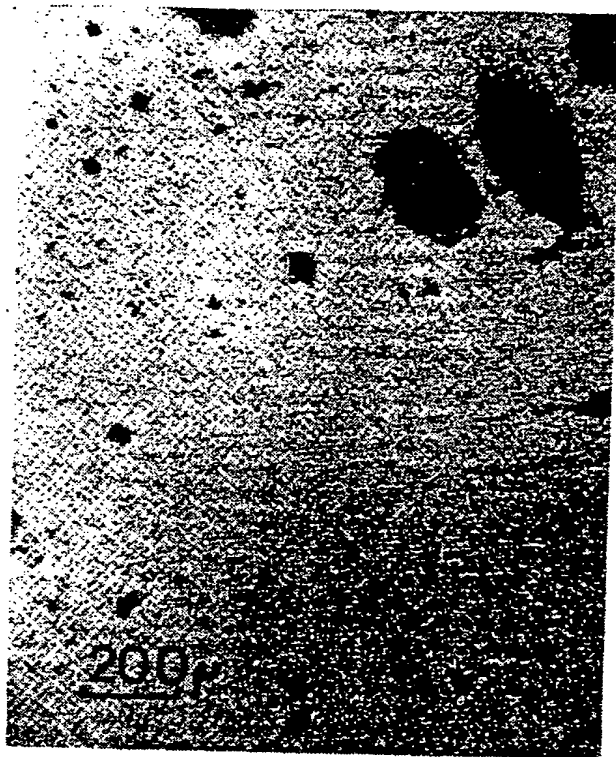


FIG. 3

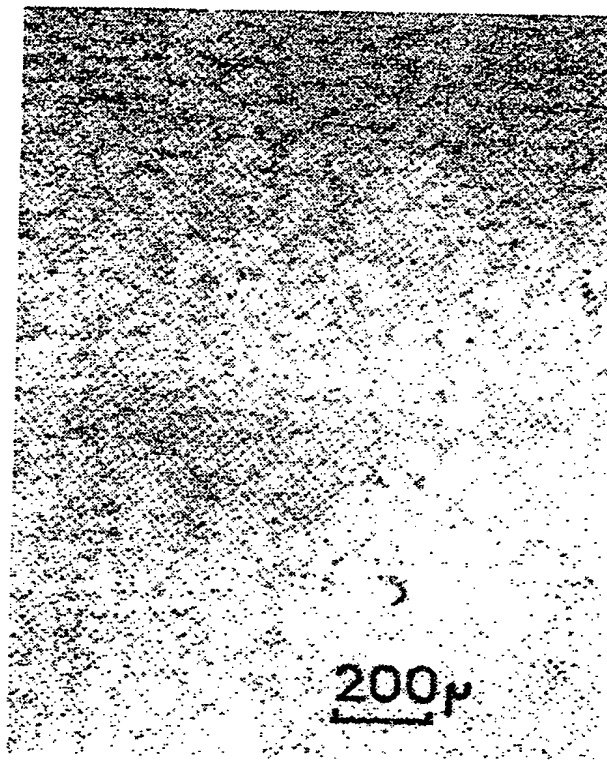


FIG. 4

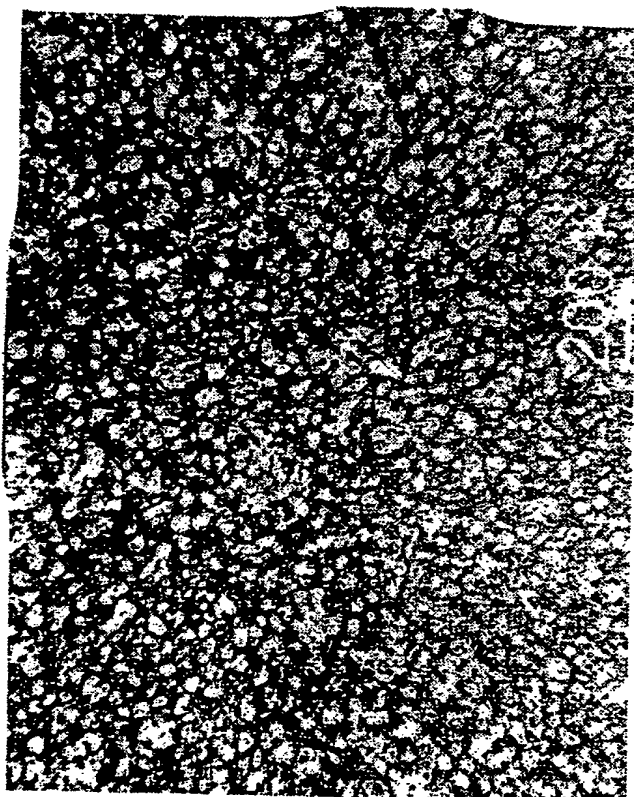
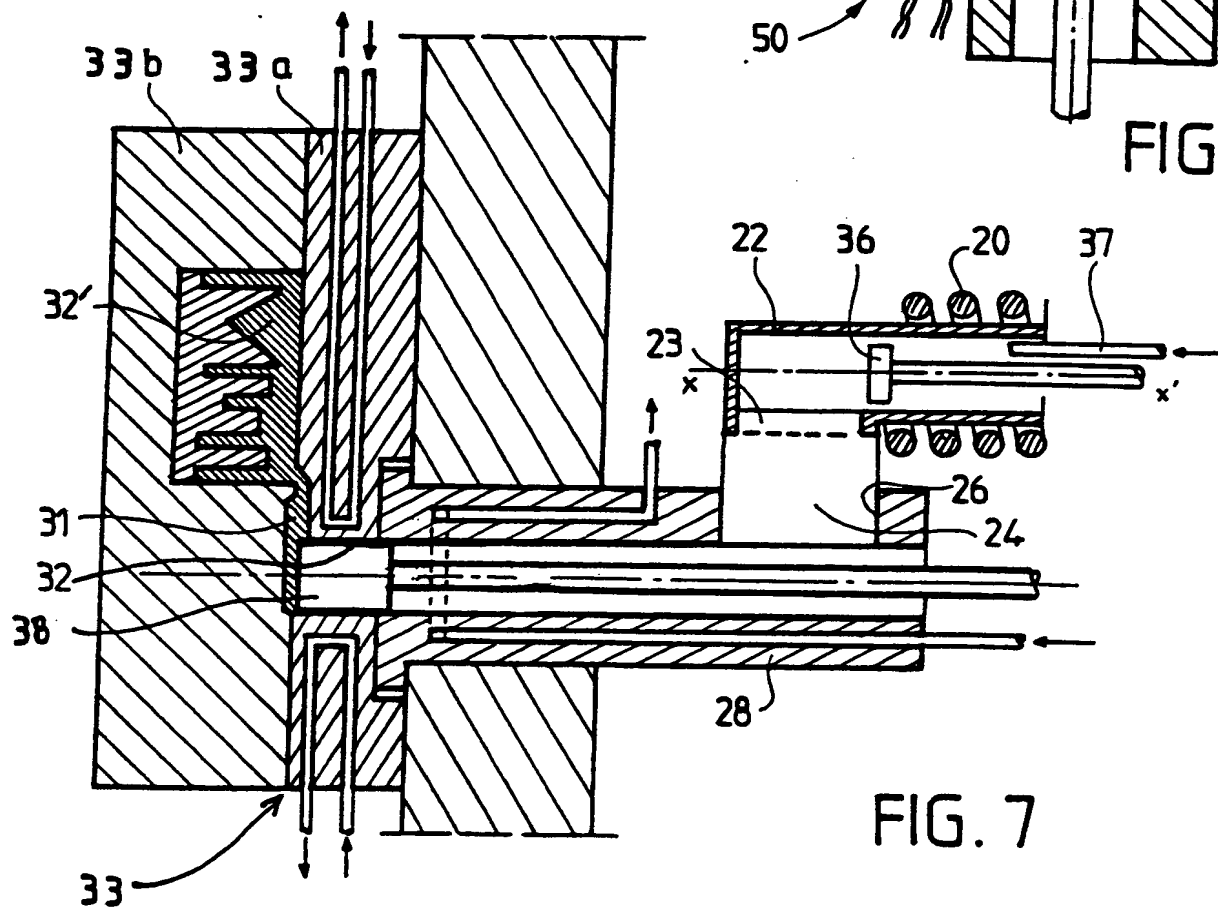
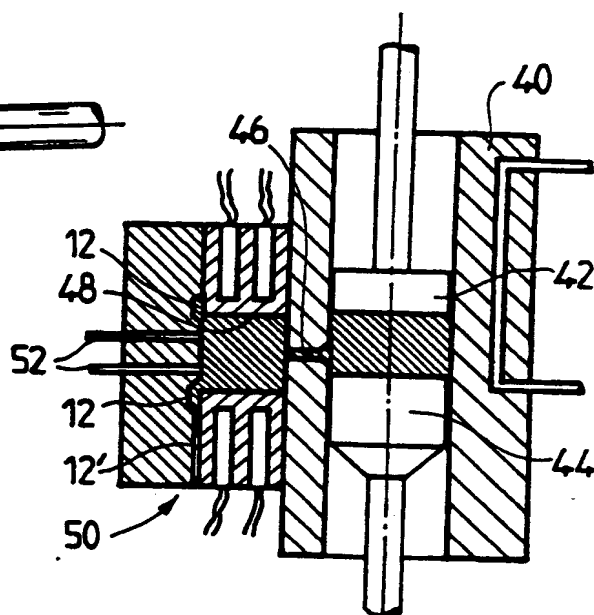
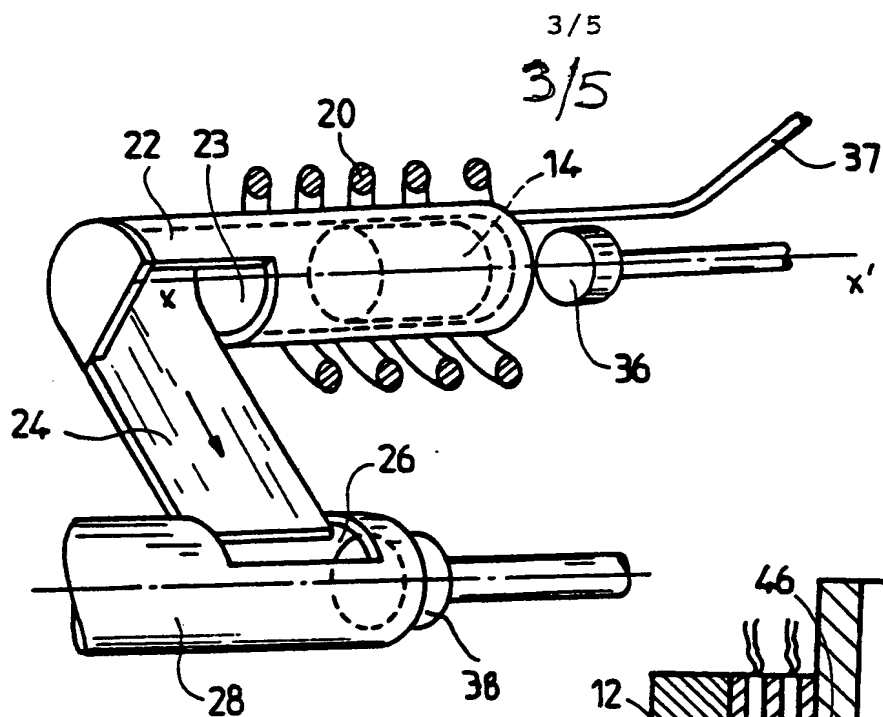


FIG. 5

FEUILLE DE REMPLACEMENT



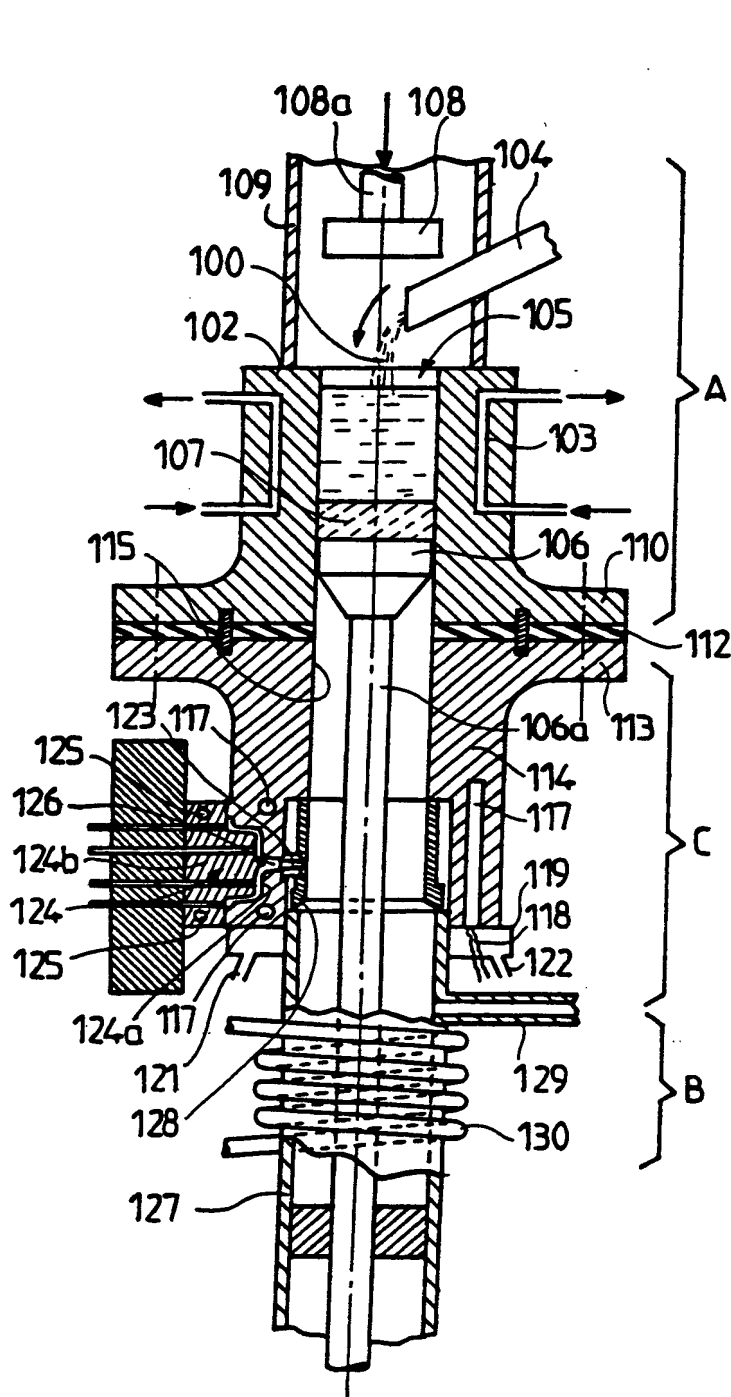


FIG. 9

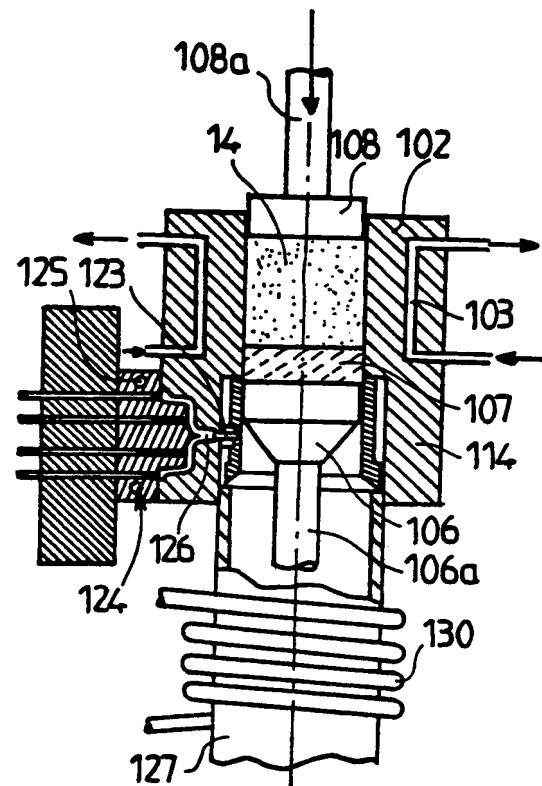


FIG. 10

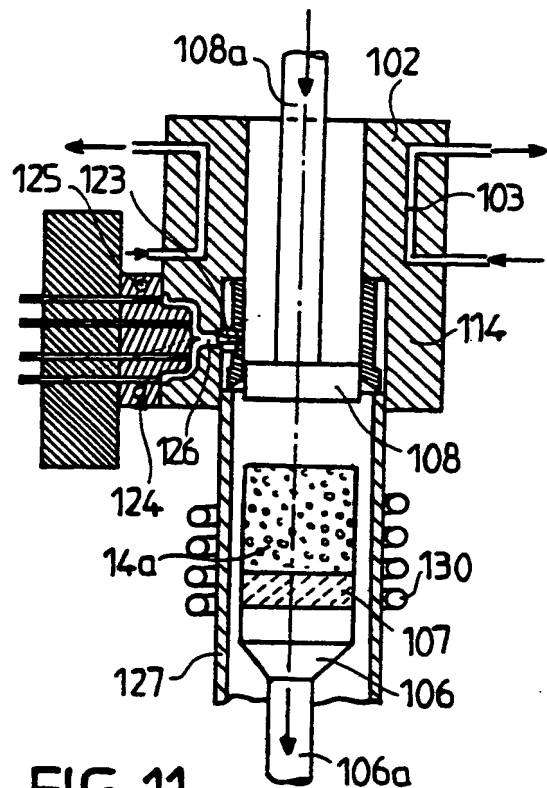


FIG. 11

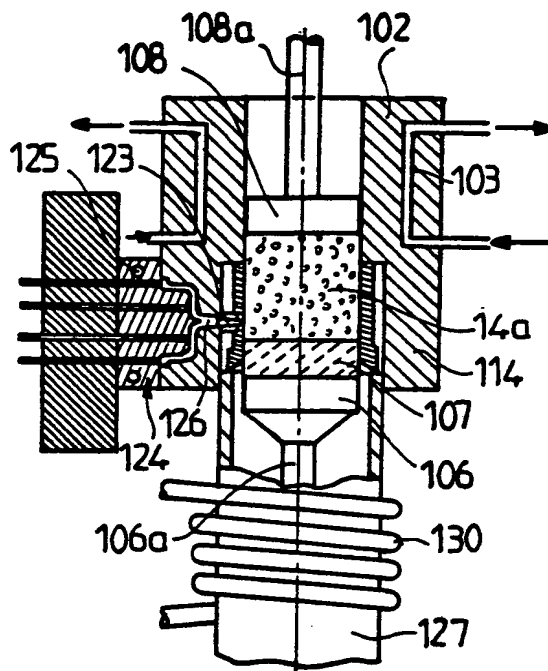


FIG.12

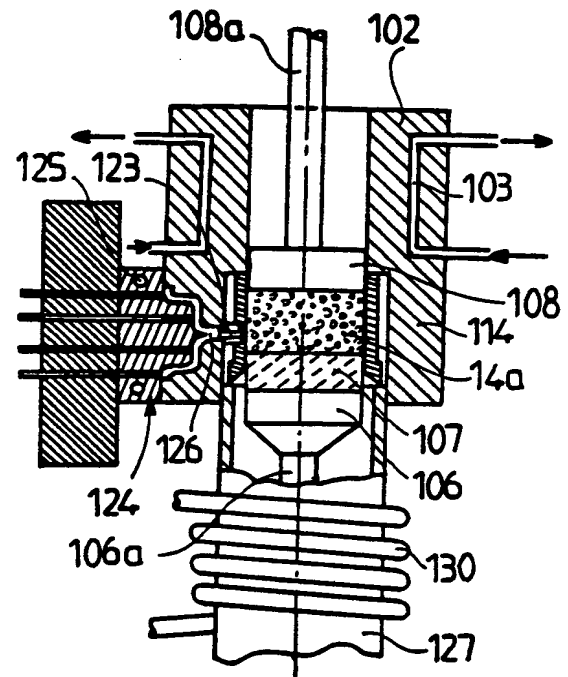


FIG. 13

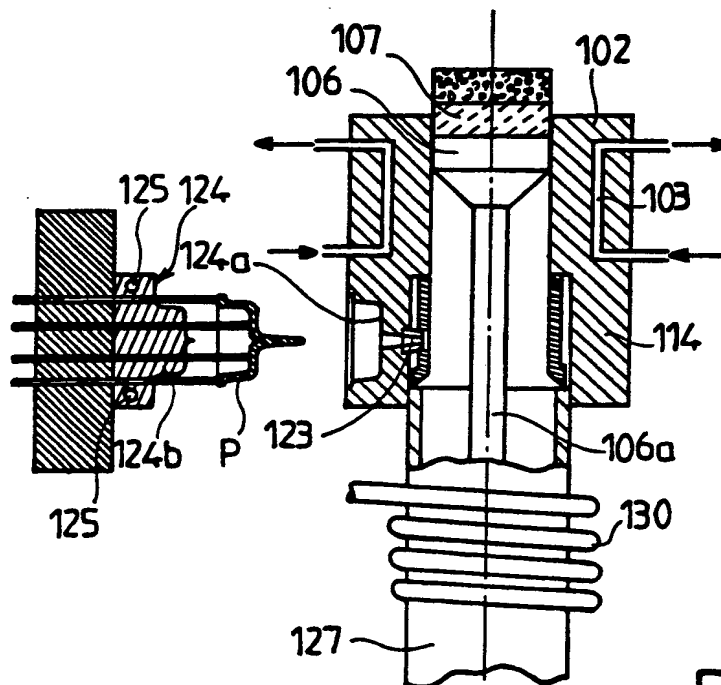


FIG. 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/FR 92/00083

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) * According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC IPC ⁵ B22D17/00; C22C1/00						
II. FIELDS SEARCHED <div style="text-align: center; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; margin: 5px 0;">Minimum Documentation Searched ⁷</div> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 25%; border: 1px solid black; padding: 5px;">Classification System</th> <th style="width: 75%; border: 1px solid black; padding: 5px;">Classification Symbols</th> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">IPC⁵</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">B22D; C22C</td> </tr> </table> <div style="text-align: center; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; margin: 5px 0;">Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸</div>			Classification System	Classification Symbols	IPC ⁵	B22D; C22C
Classification System	Classification Symbols					
IPC ⁵	B22D; C22C					
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹						
Category ⁹	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³				
L, E	FR,A,2 665 654 (A.R.M.I.N.E.S) 14 February 1992 The document seems to cast doubts on the priority claim see page 5, line 23 - page 5, line 28; claims; figures	1,2,12, 13				
X	<div style="text-align: center;">---</div> MEMOIRES ET ETUDES SCIENTIFIQUES DE LA REVUE DE METALLURGIE Vol. 80, No. 7/8, 1983, PARIS pages 355 - 365; C. MILLIERE ET. AL.: "Structure, propriété et mise en forme des alliages brassés à l'état semi-solide (suite)" see page 359, paragraph 1 - page 360, line 14; figure 21 see page 5, paragraph 3	1,2,3,9				
X	<div style="text-align: center;">---</div> EP,A,0 080 786 (THE DOW CHEMICAL CO) 8 June 1983 see page 9, line 13 - page 9, line 23; claims	1,9				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div> </div>						
IV. CERTIFICATION						
Date of the Actual Completion of the International Search 04 June 1992 (04.06.92)		Date of Mailing of this International Search Report 30 June 1992 (30.06.92)				
International Searching Authority EUROPEAN PATENT OFFICE		Signature of Authorized Officer				

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)		
Category *	Citation of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
A	GIESSEREI Vol. 60, No. 24, DÜSSELDORF pages 773-785; W. RÜEGG: "Jahresübersicht Druckguss (10. Folge)" see page 773, right-hand column, paragraph 4 ---	1-11
A	US,A,4 771 818 (M.P. KENNEY) 20 September 1988 see column 5, line 45 - line 50; figure 1 --- -----	5,6

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

FR 9200083
SA 57194

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 04/06/92

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR-A-2665654	14-02-92	None	
EP-A-0080786	08-06-83	US-A- 4694881	22-09-87
		AU-B- 540156	01-11-84
		AU-A- 1100983	17-06-83
		CA-A- 1199181	14-01-86
		WO-A- 8301962	09-06-83
US-A-4771818	20-09-88	None	

I. CLASSEMENT DE L'INVENTION (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) ⁷

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

CIB 5 B22D17/00; C22C1/00

II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTEDocumentation minimale consultée⁸

Système de classification

Symboles de classification

CIB 5

B22D ; C22C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté⁹**III. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**¹⁰

Catégorie ^o	Identification des documents cités, avec indication, si nécessaire, ¹² des passages pertinents ¹³	No. des revendications visées ¹⁴
L, E	FR,A,2 665 654 (A.R.M.I.N.E.S) 14 Février 1992 Le document semble pouvoir jeter un doute sur la revendication de priorité voir page 5, ligne 23 - page 5, ligne 28; revendications; figures	1,2,12, 13
X	MEMOIRES ET ETUDES SCIENTIFIQUES DE LA REVUE DE METALLURGIE vol. 80, no. 7/8, 1983, PARIS pages 355 - 365; C. MILLIERE ET. AL.: 'Structure, propriété et mise en forme des alliages brassés à l'état semi-solide (suite)' voir page 359, alinéa 1 - page 360, ligne 14; figure 21 voir page 5, alinéa 3	1,2,3,9

^o Catégories spéciales de documents cités:¹¹

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié postérieurement à la date de dépôt international ou à la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier.
- "A" document qui fait partie de la même famille de brevets

IV. CERTIFICATION

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

04 JUIN 1992

30. 06. 92

Administration chargée de la recherche internationale

Signature du fonctionnaire autorisé

OFFICE EUROPEEN DES BREVETS

HODIAMONT S.

(SUITE DES RENSEIGNEMENTS INDICUES SUR LA
DEUXIEME FEUILLE)III. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS ¹⁴

Catégorie ¹⁵	Identification des documents cités, ¹⁶ avec indication, si nécessaire des passages pertinents ¹⁷	No. des revendications visées ¹⁸
X	EP,A,0 080 786 (THE DOW CHEMICAL CO) 8 Juin 1983 voir page 9, ligne 13 - page 9, ligne 23; revendications ---	1,9
A	GIESSEREI vol. 60, no. 24, 1973, DÜSSELDORF pages 773 - 785; W. RUEGG: 'Jahresübersicht Druckguss (10. Folge)' voir page 773, colonne de droite, alinéa 4 ---	1-11
A	US,A,4 771 818 (M.P. KENNEY) 20 Septembre 1988 voir colonne 5, ligne 45 - ligne 50; figure 1 ---	5,6

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE
RELATIF A LA DEMANDE INTERNATIONALE NO.**

FR 9200083
SA 57194

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche internationale visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets. 04/06/92

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR-A-2665654	14-02-92	Aucun	
EP-A-0080786	08-06-83	US-A- 4694881	22-09-87
		AU-B- 540156	01-11-84
		AU-A- 1100983	17-06-83
		CA-A- 1199181	14-01-86
		WO-A- 8301962	09-06-83
US-A-4771818	20-09-88	Aucun	